3С

УДК 004.8

***Г.С. Сергушин*[1]*, О.О. Варламов*[1]*, М.О. Чибирова*[2]*, Д.В. Елисеев*[3]*, Е.А. Муравьева*[1]**
[1] ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), НИИ МИВАР, Россия
Россия, 125319, г. Москва, Ленинградский пр-кт, 64
[2] ФГАОУ ВПО Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», НИИ МИВАР, Россия
Россия, 115409, г. Москва, Каширское ш., 31
[3]ФГБОУ ВПО Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), национальный исследовательский университет, Россия
Россия, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5

Информационное моделирование сложных автоматизированных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий

***G.S. Sergushin*[1]*, O.O. Varlamov*[1]*, M.O. Chibirova*[2]*, D.V. Eliseev*[3]*, E.A. Muravyova*[1]**
[1]The Moscow State Automobile & Road Technical University (MADI), MIVAR SRI, Russia
64, Leningradskiy Prosp., Moscow, 125319, Russia
[2] National Research Nuclear University «MEPhI», MIVAR SRI, Russia
Kashirskoye shosse 31, Moscow, 115409, Russian Federation
[3] Bauman Moscow State Technical University, National Research Institute, Russia
Ul.Baumanskays 2-ya, 5, Moscow, 105005, Russia

Information Modeling of Complex Automated Process Control Systems, Based on Mivar Technology

[1]*Г.С. Сергушин, О.О. Варламов*[1]*, М.О. Чибірова*[2]*, Д.В. Єлисєєв*[3]*, Е.А. Муравйова*[1]
[1]ФДБОУ ВПО Московський автомобільно-дорожній державний технічний університет (МАДІ), НДІ МІВАР, Росія
Росія, 125319, м. Москва, Ленінградський пр-т, 64
[2]ФДАОУ ВПО Національний дослідницький ядерний університет «МІФІ», НДІ МІВАР, Росія
Росія, 115409, м. Москва, Каширське ш., 31
[3]ФДБОУ ВПО Московський державний технічний університет ім. М.Е. Баумана (МДТУ ім. М.Е. Баумана), національний дослідницький університет, Росія
Росія, 105005, м. Москва, 2-а Баумановська вул., буд. 5

Інформаційне моделювання складних автоматизованих систем управління технологічними процесами на основі міварних технологій

Целью наших исследований является создание интеллектуальных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и исследование возможных областей применения таких АСУТП. В широком плане АСУТП могут рассматриваться как системы диагностики и автоматизированного

управления процессами, поэтому АСУТП могут применяться даже в области информационной безопасности. Миварные модели АСУТП построены на основе программного комплекса УДАВ, выполняющего логический вывод с линейной вычислительной сложностью. Студенты успешно создают миварные логические модели систем управления сложными технологическими установками в промышленности. Комплекс УДАВ реализован на основе облачных технологий и доступен на сайте проекта МИВАР www.mivar.org.
Ключевые слова: мивар, миварные сети, искусственный интеллект, АСУ, АСУТП, универсальный решатель задач, логический вывод, экспертные системы, информационная безопасность, системы диагностики.

The aim of our research is to create intelligent automated process control systems (DCS) and the study of possible applications of such control systems. In broad terms, can be considered as a process control system diagnostics and automated process control, process control can therefore be applied in the field of information security. Mivarnye model control systems are based on the software package BOA performing inference with linear computational complexity. Students successfully create a logical model mivarnye control systems for complex technological installations in the industry. The complex BOA is implemented based on cloud technologies and is available on the project website MIVAR www.mivar.org.
Key words: mivar, mivar net's, artificial intelligence, universal solver, the logical conclusion linear complexity, expert systems, active databases.

Ціль наших досліджень полягає у створенні інтелектуальних автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП) та дослідженні можливих сфер викоритання даних АСКТП. У широкому плані АСКТП можуть розглядатися як системи діагностики та автоматизованого керування процесами, тому АСКТП мають можливість використовуватися навіть у сфері інформаційної безпеки. Міварні моделі АСКТП побудовані на основі програмного комплексу УДАВ, що виконує логічний висновок з лінійною обрахунковою складністю. Студенти успішно створюють міварні логічні моделі систем керування складними технологічними установками у промисловості. Комплекс УДАВ реалізований на основі хмарних технологій та доступний на сайті проекту MIVAR www.mivar.org.
Ключові слова: мівар, міварні мережі, штучний інтелект, АСК, АСКТП, універсальний вирішувач задач, логічний висновок, експертні системи, інформаційна безпека, системи діагностики.

Актуальность разработки новых подходов к информационному моделированию сложных систем управления технологическими процессами обусловлена, с одной стороны, постоянно возрастающей сложностью решаемых задач в промышленности и, с другой стороны, появлением новых достижений в информатике, потенциально способных значительно улучшить существующие АСУТП. Кроме того, расширение рынка применения интеллектуальных АСУТП позволяет повысить конкурентоспособность отечественных разработчиков программных комплексов.

Поэтому в нашей работе рассмотрены как «прямые» применения миварного комплекса УДАВ [1] для создания нового поколения интеллектуальных АСУТП, так и возможности по расширению областей применения таких АСУТП, например, в области информационной безопасности. Как известно, в области информационной безопасности применяют диагностические, познавательные и комплексные познающе-диагностические системы [1]. По существу системы диагностики информационной безопасности имеют много общего с автоматизированными системами управления технологическими процессами: имеются датчики, сигналы с которых поступают в центр обработки и принятия решений. Конечно, АСУТП предназначены для управления технологическими процессами и сложными технологическими установками в промышленности. Но теорию и даже некоторые практические результаты создания и моделирования АСУТП [1-10] целесообразно применять и в области информационной безопасности [11-15], при соответствующей доработке и развитии. Например, в области информационной безопасности также

существуют разнообразные датчики, информация собирается и обрабатывается в едином центре в круглосуточном режиме. Задачей системы управления является поддержание в заданных рамках требуемых параметров за счет управляющих воздействий и получения своевременной информации с датчиков.

В АСУТП требуется сложное логическое управление, которое зависит от наборов поступающих значений. В настоящее время основные функции управления в АСУТП выполняет человек-оператор, но, в связи со сложностью решаемых задач и чрезвычайно малым временем реакции, весьма желательно максимально автоматизировать управление и как можно больше функций человека передать компьютерной системе.

Следовательно, результаты из области АСУТП можно и нужно применять в области информационной безопасности для решения аналогичных по существу задач сбора, накопления и обработки информации на основе компьютеров. Отметим, что требования по надежности функционирования в АСУТП превосходят аналогичные требования информационной безопасности, например, к системам видеонаблюдения, контроля доступа и т.п.

Таким образом, разработка нового подхода к информационному моделированию сложных систем управления технологическими процессами на основе применения миварных технологий является актуальной и практически значимой задачей, имеющей важное значение для страны.

Миварные модели АСУТП

Миварные модели АСУТП работают быстро, т.к. реализованы на миварных сетях с линейной вычислительной сложностью логического вывода. В работе представлены результаты создания универсального программного комплекса УДАВ и его использования для математического моделирования различных АСУТП в процессе обучения студентов технических вузов [1]. Теория создания УДАВ представлена в работах [1-6]. Отметим, что этот программный комплекс создан на основе миварных технологий, которые позволили моделировать сложные технологические процессы в реальном времени.

Первый опыт создания моделей АСУТП был выполнен в МАДИ, где были разработаны обучающие программы по физике, геометрии и математическая модель системы управления двигателем автомобиля, которая по существу представляет собой АСУТП [7-9].

На кафедре «Автоматизированные технологические и информационные системы» (АТИС) Филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ) в г. Стерлитамаке были выполнены курсовые работы по дисциплине «Моделирование систем». В качестве обоснования использования миварных технологий было то, что развитие науки и техники (в частности компьютеров и вычислительных машин) позволяет автоматизировать большинство технологических процессов в нефтепереработке и нефтехимии [1], [10]. Целью курсовых работ являлось математическое моделирование конкретных установок АСУТП на уровне создания логической модели системы.

Миварная логическая модель состояла из регулируемых и регулирующих переменных и таблиц правил для них. Для иллюстрации приведем названия некоторых курсовых работ: «Моделирование и автоматизация установки вторичной перегонки бензинового дистиллята»; «Моделирование установки гидрокрекинга с псевдоожиженным слоем катализатора»; «Моделирование процесса гидроочистки дизельного топлива», «Моделирование и автоматизация узла осаждения никеля на кизельгуре» и др.

Учитывая специфику указанного ВУЗа, студентами были успешно созданы логические миварные модели:

– процесса дегидрирования изоамиленов в изопрен;
– установки конверсии оксида углерода;
– установки по производству аммиачной селитры;
– установки двухступенчатой вакуумной перегонки мазута;
– прокалочной печи катализаторов;
– установки гидрокрекинга в стационарном слое катализатора;
– установки конверсии метана;
– работы обжига цемента;
– установки каталитического крекинга с прямоточным реактором;
– систем управления котлоагрегата;
– установки сернокислотного алкилирования изобутана бутиленами;
– установки стабилизации нефтей;
– установки замедленного коксования в необогреваемых камерах и др.

Важно отметить, что данное моделирование не подразумевало под собой изменение самого технологического процесса или аппаратных средств, с помощью которых он реализован.

Автоматизация промоделированных процессов может упростить работу персонала по обслуживанию этих установок и позволит более точно контролировать заданные технологические параметры, что в свою очередь улучшит качество продуктов.

Таким образом, было на практике показано, что миварные технологии можно использовать для создания АСУТП. Кроме того, исследования показали достаточно быструю обучаемость студентов по созданию миварных моделей конкретных установок АСУТП. Простота обучения миварным технологиям – это важный факт для внедрения новых технологий в промышленность.

Моделирование систем автоматизированной обработки информации и управления на основе миварных технологий

Рассмотрим возможные способы моделирования автоматизированных систем управления и обработки информации (АСОИУ), основанных на миварном принципе построения систем. Миварная теория достаточно широка и в силу своей универсальности охватывает множество объектов повседневной жизни [1-22]. В их числе – сфера АСОИУ и их моделирование. Исходя из этого, возникает потребность в описании предметных областей АСОИУ с точки зрения миварного подхода к проектированию систем.

В этой работе предложен новый метод, который имеет ряд особенностей и является развитием миварного подхода в области АСУТП и систем диагностики, которые можно применять в разных областях.

Теоретические основы миварного подхода. Миварный подход базируется на многомерном пространстве:

$$\{V, S, O\},$$

где (v) – вещь, (s) – свойство, (o) – отношение.

Под понятием «вещь» подразумевается название объекта, его обозначение.

Понятие «свойство» означает перечень свойств данного объекта, его характерных черт, особых примет, присущих данному объекту.

Под «отношением» принято понимать совокупность всех связей данного объекта с другими экземплярами объектов.

После определения координат по соответствующим осям, необходимо определить объект как множество точек в пространстве VSO.

Таким образом, получается, что объект представляет собой облако точек в трёхмерном пространстве, причём полученные облака для разных объектов могут пересекаться, если используют общие точки.

В качестве примера для рассмотрения стоит взять какой-либо небольшой, но достаточно сложный объект: допустим, пусть это будет мобильный телефон.

Тогда в качестве переменных по оси «вещь» следует указать массив:

[«мобильный телефон», «сотовый телефон», «устройство приёма и передачи информации», «гаджет», «мобильник», «телефон», «…», «nnn»],

где каждый из элементов может указывать на данный объект, в зависимости от контекста: от технического до жаргонного.

По оси «свойство» следует указать массив значений:

[«черный», «чистый», «заряженный», «включенный», «…», «nnn»].

Далее, для определения значений по оси «связи» необходимо предположить, что у нас есть объекты: «человек» – как пользователь мобильного телефона, «фирма» – компания-производитель аппарата и «продавец» – компания, его реализовавшая.

Тогда можно записать следующие отношения:

[«используется человеком», «произведен фирмой», «реализован продавцом», «куплен человеком» и т.д.].

Данный пример позволяет в общих чертах разобрать на примитиве (простом примере) основной принцип миварного подхода.

Миварную технологию целесообразно сравнить с объектно-ориентированным подходом, но в действительности, разница между ними заключается в абсолютной универсальности миварной технологии. Как следствие, это позволяет расширить возможности в плане организации отношений, а также перейти на новый уровень трехмерной абстракции.

Аналогично, можно сказать, что и реляционная теория хранения данных является частным случаем более общего миварного подхода. Применительно к АСОИУ нет никаких ограничений, которые бы не позволили спроектировать модель системы в миварном формате.

Данный факт подтверждает серия научных работ [1-22], в результате которых были представлены миварные модели предметных областей «Геометрия треугольников», «Установка вторичной перегонки бензинового дистиллята», «Система управления двигателем» и т.д.

Понятие «миварный ракурс»

Отметим, что понятие «ракурс» использовано нами по «мотивам» материалов и презентаций К.А. Юфимычева, однако он не смог указать ссылок на свои научные работы, поэтому приводим эти сведения здесь в качестве библиографической ссылки на автора. Отметим, что в нашей работе впервые предложено понятие «миварный ракурс» и оно отличается от понятия «ракурс» следующим.

Существуют ситуации, в которых один и тот же объект выступает в различных ролях, имеет различные названия, свойства, отношения – в зависимости от обстоятельств и точки зрения на него.

Хорошим примером служит такой предмет современного обихода, как кусок ткани. В различных вариациях и обстоятельствах, он может быть и платком, и заплаткой и даже медицинским бинтом. Соответственно в первом случае мы можем оценивать его красоту и чистоту, во втором – размер и прочность, а в третьем – чистоту и размер. Причём, можно заметить, что список свойств, образно говоря, состоит из четырёх координат:

[«красота», «чистота», «размер», «прочность»],

которые встречаются у объекта в различных сочетаниях, в зависимости от ситуации. Аналогично будут изменяться и параметры по оси отношений. Из данного предмета видно, что в зависимости от ракурса, меняется массив координат по осям.

Понятие ракурса используется во многих предметных областях. Таким образом, более узкими понятиями – синонимами для «миварного ракурса», являются некоторые другие, более привычные нам термины: «контекст», «точка зрения», «разрез», «ситуация», «применение», «тема», «взгляд». Все они, в целом, описывают ситуацию и обстановку, о которой идёт речь в описании, и при их изменении, видение объекта может значительно меняться.

При глобальном рассмотрении объекта с разных ракурсов, формируется целостное представление о нем, в виде целого, законченного образа.

В данном случае, целесообразно применить термин «сцена», который означает зафиксированное в координатах V, S, O положение объекта в определенный момент времени. Сцена может быть рассмотрена с нескольких, разных ракурсов.

Таким образом, добавляется ещё один термин: «кадр», как описание сцены, выполненное с определенного ракурса. По данным с разных кадров формируется целостное представление сцены.

Для упрощения восприятия теории, стоит провести параллель с трёхмерной графикой: в ней также главным статическим объектом является сцена. Но при необходимости представления пользователю, трёхмерная модель преобразуется в двухмерный формат кадра.

Аналогично, миварная сцена может проецироваться в различные кадры для восприятия объекта с различного ракурса.

Анализ современных методов и подходов к проблеме хранения миварных моделей

Анализ существующих аппаратных средств и программных продуктов показал, что на данный момент не существует полноценных средств моделирования многомерных систем.

Программные средства принципиально ориентированы на хранение информации в реляционных базах данных. Данное направление стало основным в современных информационных технологиях, так как запись данных в виде таблиц максимально адаптирована к физическому хранению данных на жестком диске компьютера.

В комплексе с уже существующими механизмами СУБД удаётся добиться высокого уровня быстродействия систем хранения и обработки информации. Но данные решения имеют множество ограничений.

Например, такое серьёзное ограничение, как однотипность хранимой в одном домене информации. Данное условие является основной проблемой при моделировании систем на основе миварной теории: принцип данной теории предполагает наличие связей между объектами любого типа.

Поэтому, при построении миварных систем на основе реляционных СУБД приходится использовать усовершенствованную схему данных и интерфейс взаимодействия с БД, позволяющий хранить разнотипные объекты и легко масштабировать базу данных.

Проекция миварного пространства на реляционную СУБД

Для использования всех преимуществ реляционных баз данных при создании миварно-ориентированных систем, необходимо создать особую схему данных, удовлетворяющую основным критериям миварной технологии.

Таким образом, необходимо создать три таблицы:

«вещь, свойство, отношение»,

или

«title, property, relation»,

соответствующие трёхмерному пространству {V, S, O}.

В данных таблицах необходимо иметь следующие домены:

идентификатор кортежа, выступающий в роли координаты на соответствующей оси;

название или обозначение плоскости в пространстве с соответствующей координатой.

Помимо вышеуказанных таблиц, требуется ещё одна таблица, связывающая миварные точки в единый объект, т.е. массив точек в трехмерном пространстве. Данная таблица имеет следующие домены:

– идентификатор объекта;
– идентификаторы точек миварного пространства по осям:
– вещь;
– свойство;
– отношение;
– миварный ракурс.

Строковые переменные для данных таблиц целесообразно хранить в отдельных таблицах, а в соответствующих им отношениях использовать числовые идентификаторы.

Разработка интерфейса взаимодействия с базой данных

В качестве результата моделирования на базе миварного подхода чаще всего на практике используют XML-формат файлов. Данный формат предоставляет практически неограниченные возможности масштабирования и усовершенствования структуры, благодаря чему возможно «горячее» изменение схемы данных.

Поэтому, при импорте модели в базу данных необходимо осуществить процедуру парсинга XML с занесением соответствующей информации в определенные поля базы данных. Данная процедура может быть реализована как на стороне сервера с БД (если есть такая возможность), так и на стороне пользователя. Следует учесть, что процесс должен быть двухсторонним и иметь возможность импорта и экспорта модели.

Также, необходимо разработать процедуры слияния моделей. Это необходимо при создании мультипредметной экспертной системы, или при создании АСУТП, управляющей сложной технической системой, описываемой разными математическими моделями.

Отметим, что это очень важное преимущество миварного подхода, которое позволяет собирать в единую систему управления разнородные и распределенные системы диагностики и управления. Напомним, что на основе миварных сетей уже сейчас обрабатывают миллионы продукционных правил, поэтому количество правил не является ограничением, в отличие от традиционных систем с обычным факториальным (полнопереборным) логическим выводом.

Так как в миварных сетях можно обрабатывать миллионы правил и объединять различные описания сложных подсистем, то возникла новая проблема корректного связывания между собой разных логических моделей в миварных сетях.

Прежде всего, необходимо избегать дублирования данных, которые в разных системах и подсистемах могут называться по разному, но по существу быть одинаковыми. В настоящее время эта проблема контролируется разработчиком концептуальной схемы описания предметных областей.

Для недопущения дублирования данных, необходимо проверять входные модели и заносить лишь уникальные записи, а для повторяющихся элементов – использовать ключи оригинальных записей.

Миварный подход позволяет моделировать системы различной сложности в любых предметных областях. Благодаря использованию новых разработанных нами методов, применяемых для адаптации миварной модели предметной области для хранения в реляционных базах данных, удаётся использовать все достижения современных технологий в комплексе с инновационным, многомерным, миварным подходом и его преимуществами.

Результаты применения миварных технологий для обучения студентов

В различных технических вузах были проведены работы по моделированию студентами изучаемых АСУТП. Результаты такой работы показали, что миварный подход достаточно легко осваивается обучаемыми и позволяет самостоятельно разобраться с решением сложных инженерных задач.

Для примера рассмотрим описание установки гидроочистки дистиллята дизельного топлива. Схема установки гидроочистки дистиллята дизельного топлива представлена на рис. 1.

Краткое описание технологического процесса.

Сырье, подаваемое насосом 1, смешивается с водородсодержащим газом, нагнетаемым компрессором 16. После нагрева в теплообменниках 6 и 4 и в змеевике трубчатой печи 2 смесь при температуре 380 – 425°С поступает в реактор 3. Разность температур на входе в реактор и выходе из него не должна превышать 10°С.

Продукты реакции охлаждаются в теплообменниках 4, 5 и 6 до 160°С, нагревая одновременно газо-сырьевую смесь, а также сырье для стабилизационной колонны. Дальнейшее охлаждение газо-продуктовой смеси осуществляется в аппарате воздушного охлаждения 7, а доохлаждение (примерно до 38°С) – в водяном холодильнике 8.

Нестабильный гидрогенизат отделяется от циркуляционного газа в сепараторе высокого давления 9. Из сепаратора гидрогенизат выводится снизу, проходит теплообменник 10, где нагревается примерно до 240°С, а затем – теплообменник 5 и поступает в стабилизационную колонну 11. На некоторых установках проводится высокотемпературная сепарация газопродуктовой смеси. В этом случае смесь разделяется при температуре 210 – 230°С в горячем сепараторе высокого давления; уходящая из сепаратора жидкость поступает в стабилизационную колонну, а газы и пары – в аппарат воздушного охлаждения.

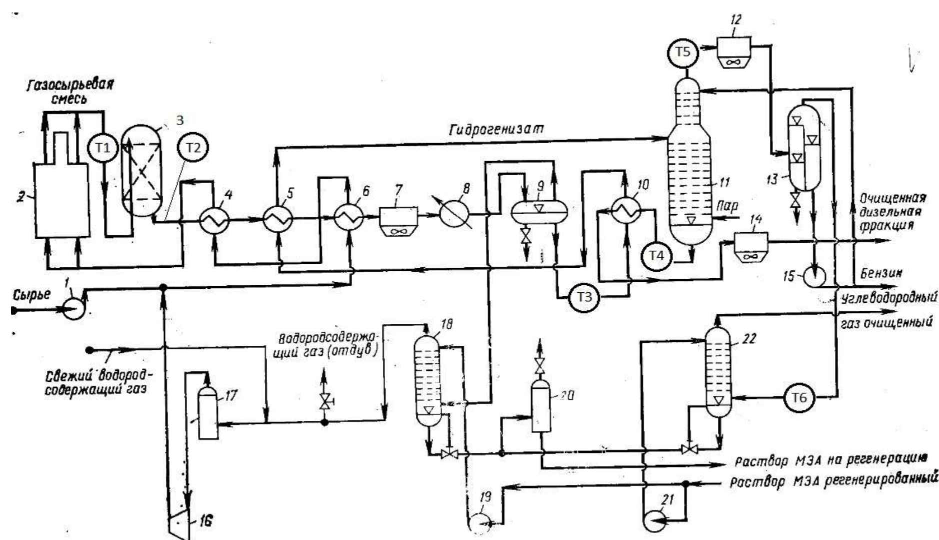


Рисунок 1 – Схема установки гидроочистки дистиллята дизельного топлива

Образовавшийся конденсат отделяется от газов в холодном сепараторе и направляется также в стабилизационную колонну. Циркуляционный водородосодержащий газ, после очистки в абсорбере 18 от сероводорода водным раствором моноэтаноламина, возвращается компрессором 16 в систему. В низ колонны 11 вводится водяной пар. Пары бензина, газ и водяной пар по выходе из колонны при температуре около 135°С поступают в аппарат воздушного охлаждения 12, и газожидкостная смесь разделяется далее в сепараторе 13. Бензин из сепаратора 13 насосом 15 подается на верх колонны 11 в качестве орошения, а балансовое его количество выводится с установки. Углеводородные газы очищаются от сероводорода в абсорбере 22. Гидроочищенный продукт, уходящий с низа колонны 11, охлаждается последовательно в теплообменнике 10, аппарате воздушного охлаждения 14 и с температурой 50° С выводится с установки.

Основными контролируемыми параметрами являются температура колонны; температура сырья. На каждом участке установки необходимо поддерживать определенную температуру. Температуру будем регулировать с помощью вентилей, насосов, вентиляторов. Все эти элементы будут работать на 25, 50, 75, 100%. Эти элементы входят в разные установки: холодильники, теплообменники, печи, в которых повышается и понижается температура.

Реализация миварных систем на облачных технологиях

Для удобства пользования миварными технологиями в настоящее время создан сайт, на котором реализованы облачные технологии накопления и обработки информации. Основной логический движок вместе с базой данных и правил размещен в дата-

центре, на выделенных физических мощностях. При необходимости развития и расширения возможностей проекта будут просто добавлены новые процессоры и необходимые ресурсы памяти.

Пользователи имеют возможность самостоятельно создать миварную модель своей предметной области в специальном формате и загрузить ее на наш сайт в своем разделе. Для обеспечения контроля и избегания перегрузок системы доступ к этой функции организован по логину и паролю пользователя. Кроме того, запрет на запуск произвольных файлов формата XML – это требование по обеспечению информационной безопасности, которое обязательно должно выполняться.

Для получения такого доступа необходимо написать заявку и получить требуемые регистрационные данные. В ближайшей перспективе, при наличии потребностей в такой функции, возможен свободный доступ к загрузке своих моделей и последующей их обработке (при условии соблюдения всех требований информационной безопасности при написании и отладке файлов в формате XML).

В целом, планируется создание мультипредметной информационной системы по типу Википедии, когда пользователи смогут самостоятельно создавать описания различных предметных областей и предоставлять к ним открытый доступ для других пользователей. Для решения задач в рамках одной защищенной системы возможно создание внутренних облаков с реализацией на них АСУТП, или систем диагностики информационной безопасности. Технологическая основа не влияет на возможности миварных систем сбора и обработки информации [1-22]. Практическая польза для обучения состоит в освоении студентами навыков математического моделирования и перспективных миварных технологий создания систем искусственного интеллекта.

Литература

1. Варламов О.О. Логический искусственный интеллект создан на основе миварного похода! МИВАР : активные БД с линейным логическим выводом > 3 млн правил => понимание смысла+ сингулярность в виртуальной реальности / ВарламовО.О. - Саарбрюкен, Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing Gmbh &Co. KG, 2012. – 700 с. ISBN:978-3-8473-1953-5.
2. Варламов О.О. Разработка линейного матричного метода определения маршрута логического вывода на адаптивной сети правил / О.О. Варламов // Известия вузов. Электроника. – 2002. – № 6. – С. 43-51.
3. Варламов О.О. Обзор 25 лет развития миварного подхода к разработке интеллектуальных систем и создания искусственного интеллекта // Труды НИИР. 2011. № 1. С. 34-44.
4. Варламов О.О. Миварные технологии: переход от продукций к двудольным миварным сетям и практическая реализация автоматического конструктора алгоритмов, управляемого потоком входных данных и обрабатывающего более трех миллионов продукционных правил / [Владимиров А.Н., Варламов О.О., Носов А.В., Потапова Т.С.] // Искусственный интеллект. – 2012. – № 4. – С. 11-33.
5. Программный комплекс «УДАВ»: практическая реализация активного обучаемого логического вывода с линейной вычислительной сложностью на основе миварной сети правил / [Владимиров А.Н., Варламов О.О., Носов А.В., Потапова Т.С.] // Труды НИИР. – 2010. – Т. 1. – С. 108-116.
6. Чибирова М.О. Разработка миварной экспертной системы для решения задач в области геометрии в реальном времени / М.О. Чибирова, О.О. Варламов // Научная сессия МИФИ-2012. Т. 2 : Проблемы фундаментальной науки. – М. : МИФИ, 2012. – С. 278.
7. Сергушин Г.С. Разработка алгоритма миварной сети для вычисления физических величин в области физики падающего тела на основе потока входных данных или заданного множества известных параметров / Г.С. Сергушин, О.О. Варламов // Модернизация технологий управления в автотранспортных системах : сб. научных трудов студентов и аспирантов факультета «Управление». – М. : МАДИ (ГТУ), 2010. – 494 с. – С. 62 - 67.

8. Сергушин Г.С. О разработке обучающих программ по физике на основе миварных логических сетей / Г.С. Сергушин, О.О. Варламов, Р.А. Санду // Информатика и вычислительная техника : сб. научных трудов / под ред. В.Н. Негоды. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – С. 478-481.
9. Сергушин Г.С. Новая технология разработки обучающих программ на основе миварных сетей / Г.С. Сергушин, О.О. Варламов // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'10». Научное издание : в 4 т. – М. : Физматлит, 2010. – Т. 3. – 456 с. – ISBN 978-5-9221-1248-2. – С. 426-429.
10. Муравьева Е.А. Об особенностях реализации миварной концепции в системах управления многосвязными технологическими процессами на основе четких логических регуляторов / Е.А. Муравьева, О.О. Варламов // Научная сессия МИФИ-2012. Т. 2 : Проблемы фундаментальной науки. – М. : МИФИ, 2012. – С. 277.
11. Варламов О.О. О системном подходе к созданию модели компьютерных угроз и ее роли в обеспечении безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры / О.О. Варламов // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2006. – Т. 62, № 7. – С. 216-223.
12. Подход к защите информации в АСУ оператора связи на основе миварных баз данных и правил / [Варламов О.О., Амарян М.Р., Адамова Л.Е. и др.] // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2003. – Т. 33, № 4. – С. 174-175.
13. Варламов О.О. Особенности защиты персональных данных и информации в АСУ регионального оператора связи / О.О. Варламов, М.Р. Амарян, Л.Е. Адамова // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2003. – Т. 33, № 4. – С. 238-239.
14. Подход к защите информации на основе локальных корректировок вычислений и обработки данных / [Варламов О.О., Амарян М.Р., Лысаковский В.А., Адамова Л.Е.] // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2003. – Т. 33, № 4. – С. 239-240.
15. Варламов О.О. Системы обработки информации и взаимодействие групп мобильных роботов на основе миварного информационного пространства / О.О. Варламов // Искусственный интеллект. – 2004. – № 4. – С. 695.
16. Варламов О.О. Основы многомерного информационного развивающегося (миварного) пространства представления данных и правил / О.О. Варламов // Информационные технологии. – 2003. – № 5. – С. 42-47.
17. Варламов О.О. Параллельная обработка потоков информации на основе виртуальных потоковых баз данных / О.О. Варламов // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2003. – № 5. – С. 82.
18. Варламов О.О. Разработка метода распараллеливания потокового множественного доступа к общей базе данных в условиях недопущения взаимного искажения данных / О.О. Варламов // Информационные технологии. – 2003. – № 1. – С. 20.
19. Варламов О.О. Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации для создания самоорганизующихся комплексов оперативной диагностики / О.О. Варламов // Искусственный интеллект. – 2003. – № 3. – С. 299.
20. Варламов О.О. Анализ взаимосвязей GRID и САС ИВК, SOA и миварного подхода / О.О. Варламов // Искусственный интеллект. – 2005. – № 4. – С. 4.
21. Varlamov O.O. MIVAR technologies of the development of intelligent systems and the creation of the active multi-subject online MIVAR encyclopedia / O.O. Varlamov // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP`2011): proceed. 11th Inter. Conf. – Minsk : BSUIR, 2011. – P. 326-329.
22. Varlamov O.O. MIVAR: Transition from Productions to Bipartite Graphs MIVAR Nets and Practical Realization of Automated Constructor of Algorithms Handling More than Three Million Production Rules / O.O. Varlamov // ARXIV.ORG. 05.11.2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: http://arxiv.org/abs/1111.1321. (дата обращения: 31.01.2013).

Literatura

1. Varlamov O.O. Logical artificial intelligence is based on mivarnogo hike! MIVAR: active database with linear chaining> 3000000 rules => + understanding the meaning of the singularity in the virtual reality / Varlamov O.O. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing Gmbh & Co. Co. KG, 2012. – 700. ISBN :978-3-8473-1953-5.

2. Varlamov O.O. Development of linear matrix method to determine the route of inference rules for adaptive network / O.O. Varlamov // Trans. Electronics. – 2002. – № 6. – S. 43-51.
3. Varlamov O.O. Review of 25 years of mivarnogo approach to the development of intelligent systems and artificial intelligence // Proceedings of the NIIR. – 2011. – № 1. – S. 34-44.
4. Varlamov O.O. Mivarnye technology: the transition from product development to mivarnym bipartite networks and the practical realization of automatic design of algorithms that control the flow of input data and the processing of more than three million production rules / [Vladimirov A.N., Varlamov O.O., Nosov A.V., Potapov T.C.] // Artificial Intelligence. – 2012. – № 4. – S. 11-33.
5. The software package «BOA»: practical implementation of an active learner's inference with linear computational complexity on the basis of mivarnoy network rules / [Vladimirov A.N., Varlamov O.O., Nosov A.V. Potapov T.S.] // Proceedings NIIR. – 2010. – T. 1. – S. 108-116.
6. Chibirova M.O. Development mivarnoy expert system for solving problems in the field of geometry in real time / M.O. Chibirova, O.O. Varlamov // MIFI 2012. Vol. 2 : The problems of fundamental science. – Moscow : Moscow Engineering Physics Institute, 2012. – S. 278.
7. Sergushin G.S. Development of an algorithm for computing mivarnoy network of physical quantities in the physics of a falling body on the basis of the input data stream or a given set of known parameters / G.S. Sergushin, O.O. Varlamov // Modernization of technology in motor control systems: Sun. scientific work of students and graduate students «Management». – Moscow : MADI (STU), 2010. – 494 sec. - S. 62-67.
8. Sergushin G.S. On the development of training programs for physics-based mivarnyh logical networks / G.S. Sergushin, O.O. Varlamov, R.A. Sandu // Computer Science and Engineering: Fri. scientific papers / ed. V.N. Scoundrel. – Ulyanovsk Ulyanovsk State Technical University, 2010. – S. 478-481.
9. Sergushin G.S. The new technology is the development of training programs based on mivarnyh Networks / G.S. Sergushin, O.O. Varlamov // Proceedings of the Congress on Intelligent Systems and InformationTechnology «AIS-IT'10». Scientific publication: 4 tons – Moscow : Fizmatlit, 2010. – T. 3. – 456 p. – ISBN 978-5-9221-1248-2. – S. 426-429.
10. Muraveva E.A. Mivarnoy about the specific concepts in multivariable control systems of technological processes on the basis of clear logic controllers / E.A. Muravyova, O.O. Varlamov // MIFI 2012. Vol. 2 : The problems of fundamental science. – Moscow : Moscow Engineering Physics Institute, 2012. – S. 277.
11. Varlamov O.O. About the systemic approach to the development of the model of computer threats and its role in ensuring the security of information systems in key IT infrastructure / O.O. Varlamov // Proceedings of the Taganrog State University. - 2006. - V. 62, № 7. - S. 216-223.
12. The approach to data protection in the ACS operator based mivarnyh databases and rules / [Varlamov O.O., Amaryan M.R., Adam L. and others] // Proceedings of the Taganrog State University. - 2003. – T. 33, № 4. – S. 174-175.
13. Varlamov O.O. Features of the protection of personal data and information in ACS regional provider / O.O. Varlamov, M.R. Amaryan, L.E. Adamov // Proceedings of the Taganrog State University. – 2003. - T. 33, № 4. – S. 238-239.
14. Approach to information security based on local adjustments computing and data processing / [Varlamov O.O., Amaryan M.R., Lysakovsky V.A., Adam L.] // Proceedings of the Taganrog State University. – 2003. – T. 33, № 4. – S. 239-240.
15. Varlamov O.O. Information processing systems and the interaction of groups of mobile robots based on the information space mivarnogo / O.O. Varlamov // Artificial Intelligence. – 2004. – № 4. – S. 695.
16. Varlamov O.O. Fundamentals of developing multi-dimensional information (mivarnogo) of data representation and rules / O.O. Varlamov // Information Technology. – 2003. – № 5. – S. 42-47.
17. Varlamov O.O. Parallel processing of information flow through the stream of virtual databases / O.O. Varlamov // News of higher educational institutions. Electronics. – 2003. – № 5. – S. 82.
18. Varlamov O.O. Development of a method of multiple parallel streaming access to the same database in a non-reciprocal data corruption / O.O. Varlamov // Information Technology. – 2003. – № 1. – S. 20.
19. Varlamov O.O. System analysis and synthesis of data models and methods of information processing to create a self-organizing systems on-line diagnostics / O.O. Varlamov // Artificial Intelligence. – 2003. - № 3. – S. 299.
20. Varlamov O.O. GRID analysis of the relationship and the CPI SAS, SOA, and mivarnogo approach / O.O. Varlamov // Artificial Intelligence. – 2005. - № 4. – C. 4.
21. Varlamov O.O. MIVAR technologies of the development of intelligent systems and the creation of the active multi-subject online MIVAR encyclopedia / O.O. Varlamov // Pattern Recognition and Information Processing (PRIP`2011): proceed. 11th Inter. Conf. – Minsk : BSUIR, 2011. – P. 326-329.

22. Varlamov O.O. MIVAR: Transition from Productions to Bipartite Graphs MIVAR Nets and Practical Realization of Automated Constructor of Algorithms Handling More than Three Million Production Rules / O.O. Varlamov // ARXIV.ORG. 05.11.2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: http://arxiv.org/abs/1111.1321. (дата обращения: 31.01.2013).

RESUME

G.S. Sergushin, O.O. Varlamov, M.O. Chibirova, D.V. Eliseev, E.A. Muravyova

Information Modeling of Complex Automated Process Control Systems, Based on Mivar Technology

This article discusses the main aspects of mivar modeling of different subject areas. The methods for creating automated data processing and data management, and process control systems.

This article was first introduced termite «mivar angle» with a corresponding interpretation. Also, the text is a modern vision of the deposit mivar models and describes the implementation systems on cloud technologies

Статья поступила в редакцию 26.06.2013.